

Untersuchung der ökologischen Auswirkungen intensiver Schafbeweidung im Zentral-Kaukasus

Alexander Cernusca und Gia Nachuzrišvili

Community structure, microclimate and energy budget of a pasture grazed by sheep and an adjacent non-grazed meadow (mowed once a year) have been investigated in the subalpine grassland in the Central Caucasus. Concerning community structure the meadow differs from the pasture by the following characteristics: in the pasture the height of the canopy is reduced from 35 to 2 cm, phytomass and leaf area index (LAI) are only half as much as in the meadow. In the pasture, leaf inclination is very plagiophil in opposition to a predominantly erectophil leaf inclination in the meadow. In the pasture there are fewer grasses, but more rosette plants than in the meadow. But there exist also fewer plant species in the pasture.

Concerning microclimate and energy budget there are only few differences between both communities on bright midsummer days. In the pasture the reduction of phytomass and LAI are largely compensated by an increased extinction coefficient resulting from the plagiophil leaf inclination and by increased values of leaf conductance to water vapour and CO₂. 50% of the phytomass in the pasture are concentrated in the lowermost 10 mm of the canopy, therefore they hardly can be grazed by the sheep. This concentration of the photosynthetically active plant parts close to the soil surface prevents excessive feeding of the plant cover.

Canopy structure, energy budget, grassland ecosystems, microclimate, sheep grazing.

1. Einführung und Problemstellung

Die ökologischen Vor- und Nachteile der Weidenutzung der Gebirgsvegetation durch Schafe werden seit Jahren diskutiert, ohne daß bisher eine befriedigende Antwort gegeben werden kann. Feststeht, daß eine 'Überbeweidung' schwerwiegende (negative) Folgen wie die Zerstörung der geschlossenen Vegetationsdecke und anschließende Bodenerosion hat. Ab welcher Bestoßungsdichte und Bestoßungshäufigkeit aber von einer Überbeweidung gesprochen werden kann, hängt von so vielen Faktoren, wie Meereshöhe, Hangneigung, Vegetationsart, Bodenbeschaffenheit ab, daß eine allgemein gültige Antwort nicht gegeben werden kann.

Zur Klärung der ökologischen Auswirkungen der Schafbeweidung auf Hochgebirgs-Ökosysteme werden von uns seit 1979 intensive Ökosystemstudien im Zentralkaukasus, im Raum von Kasbegi, durchgeführt. Diese Untersuchungen erfolgen im Rahmen des UNESCO-Programms 'Mensch und Biosphäre' mit Unterstützung durch die Österreichische und die Georgische Akademie der Wissenschaften. Für diese Untersuchungen haben wir das Gebiet von Kasbegi ausgewählt, da uns hier eine ökologische Hochgebirgsforschungsstation mit geeigneten Versuchsflächen zur Verfügung steht. Für dieses Forschungsprojekt hat sich außerdem der Zentralkaukasus deshalb besonders angeboten, da hier die Hochgebirgsökosysteme durch eine seit Jahrhunderten sehr intensiv betriebene Schafbeweidung geprägt sind. Welche Bedeutung die Schafhaltung im Kaukasus hat, erkennt man aus der Tatsache, daß neben den Schafen der Kolchose jeder Einwohner privat 150 Schafe halten darf. Dabei spielt sich im wesentlichen folgende Beweidungspraxis ab: Im Frühjahr werden riesige Herden aus den Niederungen nördlich des Kaukasus von berittenen Hirten talaufwärts getrieben und hinterlassen dabei gebietsweise völlig kahlgefressene Flächen mit entsprechenden Erosionsschäden, vor allem entlang der Georgischen Heerstraße, die Tiflis mit Moskau verbindet (s. Abb. 1). Ausgehend von bestimmten Zentralorten - ein solcher ist Kasbegi in 1900 m Meereshöhe mit ca. 5000 Einwohnern - ziehen dann einzelne Herden von über 1000 Schafen mit einem Hirten in die Hochlagen bis in Höhen von 3000 m Meereshöhe. Ende September erfolgt dann der Abtrieb in die Niederungen. Als Folge dieser Beweidungspraxis ist auf allen Schafweiden des Bezirks Kasbegi während der gesamten Beweidungsperiode eine einheitliche Bestandeshöhe von 2 cm festzustellen. Die subalpine Waldvegetation ist im gesamten Gebiet weitgehend zurückgedrängt worden. Im subalpinen Bereich (1900 bis 2500 m Meereshöhe) findet sich heute nur an den Nord- und Westhängen Wald (Birkenkrummholz-Formationen mit *Betula litwinowii*, seltener *B. raddeana*). In der alpinen Zone (2500 bis 3000 m Meereshöhe) dominieren an den

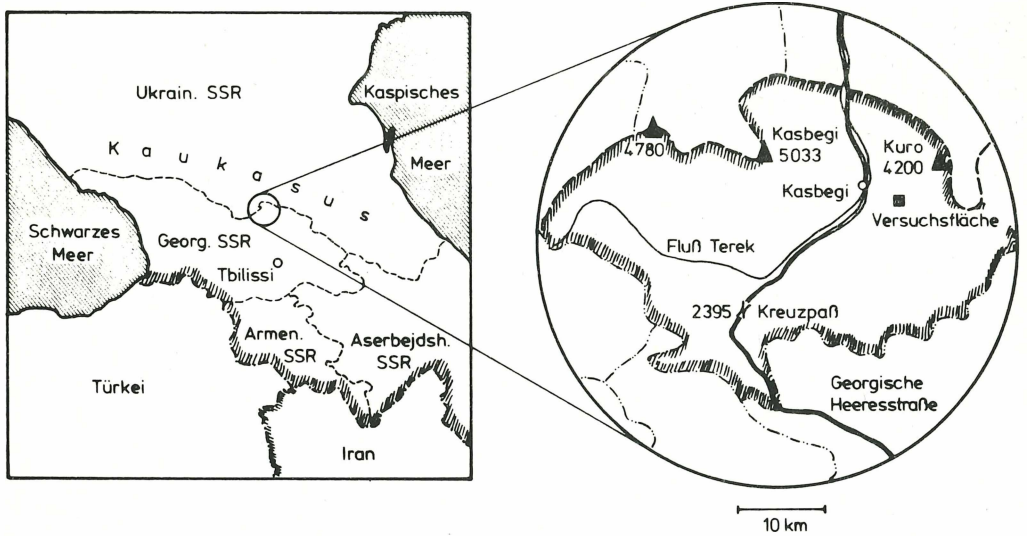


Abb. 1: Lageskizze des Untersuchungsgebietes der Hochgebirgsstation in Kasbegi.

nicht beweideten West- und Nordhängen *Rhododendron caucasicum* und an den Südhängen *Juniperus depressa*. Im Gegensatz zu den Auftriebsrouten zeigen sich in den Hochlagen kaum ökologische Schäden der Schafbeweidung, was sicher auf die genaue Überwachung und Steuerung der Beweidung durch die Hirten zurückzuführen ist. Die Herden sind groß, bleiben aber stets geschlossen beisammen. Dadurch kommt es einerseits zu einer gleichmäßigen Abweidung, andererseits entstehen relativ lange Erholungspausen für die Vegetation.

Zielsetzung unserer seit 1979 hier im Gebiet von Kasbegi durchgeführten Ökosystemanalyse war es, zu untersuchen, welche charakteristischen ökologischen Veränderungen Vegetation und Boden zeigen, wenn die Schafbeweidung so betrieben wird, daß es zur Einstellung eines neuen ökologischen Gleichgewichts kommt. Seit 1979 wurden bisher 8 verschiedene Versuchsflächen zwischen 1850 und 3800 m Meereshöhe in der Umgebung der Hochgebirgsforschungsstation Kasbegi im Zentralkaukasus einer eingehenden Ökosystemanalyse unterzogen. Diese Versuchsflächen wurden von Wissenschaftlern der Georgischen Akademie der Wissenschaften unter Leitung von Prof. Dr. Gia Nachuzrišvili vor rund 20 Jahren angelegt und bisher eingehend floristisch bearbeitet. Am Beispiel der Ökosystemstudie 1979 sollen im folgenden der Umfang der durchgeführten Untersuchungen und erste wichtige Ergebnisse des Forschungsprojekts kurz dargestellt werden.

2. Versuchsfläche

Als Versuchsflächen wurden 1979 eine Schafweide und eine angrenzende Mähwiese ausgewählt. Die Mähwiese wird seit 18 Jahren durch einen Zaun vor Beweidung geschützt. Beide Versuchsflächen liegen auf einem Plateau in 2050 m Meereshöhe oberhalb der Hochgebirgsstation Kasbegi. Die Beweidungsintensität (Umtriebsweide) kann für die Schafweide nur grob angegeben werden. In zwei bis drei Wellen ziehen pro Vegetationsperiode etwa 5000 Schafe über den 100 bis 200 m breiten Weidestreifen, auf dem unsere Untersuchungen durchgeführt wurden, zu noch höher gelegenen, ausgedehnten Weidegründen und zurück. Auf der untersuchten Weide halten sich diese Schafe in zwei Beweidungsperioden (Ende Mai und Ende August) insgesamt 15 bis 20 Tage auf. Die subalpine Vegetation ist im Bereich der Versuchsflächen als ein *Brometum trifoliosum* zu bezeichnen (s. floristische Liste, Tab. 1). 80% der Pflanzenarten gehören dem Phänorhythmotyp 'sommergrüne Pflanzen' (NACHUZRIŠVILI 1974) an. Im Gegensatz zu den Trockenwiesen im Nordwesten des europäischen Teiles der UdSSR und den Wiesensteppen ist der Anteil 'sommer-wintergrüner' Arten mit 10% sehr gering. Bezogen auf die Phytomasse beträgt der Anteil der 'sommergrünen' Arten 73% und der 'sommer-wintergrünen' Arten 27%.

Tab. 1: Probeflächen Kasbegi 2.050 m Meereshöhe: *Brometum trifoliosum*.

	Mähwiese	Schafweide
Hangneigung	0°	0°
mittlere Horizontüberhöhung	30°	30°
Deckung	100 %	75 - 80 %
Bestandeshöhe	35 cm	2 cm
Phytomasse	660 g/m ²	410 g/m ²
Biomasse	402 g/m ²	139 g/m ²
LAI	7.9	2.9
Gefäßpflanzen	98 %	95 %
Kryptogamen	2 %	5 %

Floristische Zusammensetzung

<i>Bromus variegatus</i>	5	0
<i>Agrostis planifolia</i>	5	0
<i>Alchemilla retinervis</i>	4	+ 5
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	4	+ 2
<i>Carex caucasica</i>	4	+ 3
<i>Trifolium ambiguum</i>	4	+ 2
<i>Campanula collina</i>	3	+ 3
<i>Euphrasia hirtella</i>	3	+ 2
<i>Leontodon hispidus</i>	3	+ 2
<i>Lotus causicus</i>	3	0
<i>Primula algida</i>	3	+ 3
<i>Plantago caucasica</i>	3	+ 4
<i>Ranunculus oreophilus</i>	3	+ 3
<i>Rhinanthus minor</i>	3	0
<i>Trifolium repens</i>	3	+ 2
<i>Veronica gentianoides</i>	3	+ 2
<i>Alchemilla sericata</i>	2	+ 1
<i>Anthyllis variegata</i>	2	0
<i>Botrychium lunaria</i>	2	+ 2
<i>Carex meinshauseniana</i>	2	+ 1
<i>Cerastium purpurascens</i>	2	+ 1
<i>Cirsium obvallatum</i>	2	+ 4
<i>Draba repens</i>	2	+ 2
<i>Festuca ruprechtii</i>	2	+ 2
<i>Gentiana angulosa</i>	2	+ 2
<i>Gentiana humilis</i>	2	+ 1
<i>Gentiana septemfida</i>	2	0
<i>Leontodon danubialis</i>	2	- 1
<i>Poa alpina</i>	2	+ 1
<i>Polygala alpicola</i>	2	+ 1
<i>Potentilla crantzii</i>	2	+ 2
<i>Silene ruprechtii</i>	2	+ 1
<i>Taraxacum confusum</i>	2	+ 3
<i>Trifolium fontanum</i>	2	0
<i>Cephalanthera lonchophyllum</i>	1	0
<i>Chamaesciadium acaule</i>	1	+ 2
<i>Cirsium pugnax</i>	1	- 2
<i>Luzula multiflora</i>	1	0

3. Methoden

Bestandesstruktur, Phytomasse, Primärproduktion: Die Bestandesstruktur und die Schichtung der Phytomasse wurden nach der Methode des stratifizierten Abschneidens (MONSI, SAEKI 1953) bestimmt. Zu jedem Termin wurden jeweils 5 statistisch zufällig gewählte Flächen (20 x 20 cm) untersucht. In jeder Bestandesschicht (Schichthöhe 2 cm) wurde für jede morphologische Pflanzengruppe das Gewicht (Trockengewicht bei 80 °C) der Blätter, Stengel, generativen Organe sowie an der Pflanze haftender toter Substanz ermittelt. Für die Bestimmung des Blattflächenindex (LAI) wurden aus dem Probenmaterial Umrechnungsfaktoren (Oberfläche/Trockengewicht) ermittelt.

Mikroklima und Energiehaushalt: Zur Registrierung von Mikroklima und Energiehaushalt wurde eine automatische Datenerfassungsanlage verwendet, an die 12 Meßfühler angeschlossen waren. An jedem dieser Meßfühler erfolgte alle 6 Minuten eine Messung. Diese Einzelwerte wurden einem angeschlos-

senen Kleincomputer zugeführt, der aus den 6-Minuten-Meßwerten Stundenmittelwerte berechnete. Einzelne Meßgrößen wie Globalstrahlung, Strahlungsbilanz und Photonenstrom wurden über kontinuierlich arbeitende Integratoren erfaßt. Der Bodenwärmestrom und die Albedo wurden mittels Handmeßgeräten alle 15 Minuten ermittelt. Die Konvektion fühlbarer Wärme und die Evapotranspiration wurden nach der Energiebilanz-Bowen-Ratio-Methode aus den Lufttemperatur- und Dampfdruckprofilen berechnet.

Ökophysiologische Untersuchungen zum Wasserhaushalt der Pflanzen: Um das ökophysiologische Verhalten der Pflanzen an den einzelnen Versuchsflächen zu analysieren, wurden Tagesgänge der Spaltöffnungsweite (Diffusionsporometer) und der Pflanzensaugspannung (Scholander-Apparatur) aufgenommen. Ergänzend dazu wurde das Wassersättigungsdefizit bestimmt.

4. Ergebnisse

4.1 Bestandesstruktur, Phytomasseschichtung und Lichtextinktion

In Abb. 2 ist die Bestandesstruktur von Mähwiese und Schafweide für verschiedene Entwicklungsphasen im Laufe der Vegetationsperiode dargestellt. Nach NACHUZRIŠVILI (1974) können im Bereich der Mähwiese 8 bis 10 verschiedene 'Saisonentwicklungsphasen' unterschieden werden, die durch unterschiedliche Bestandesstruktur, unterschiedliche Produktionsverhältnisse und vor allem auch durch unterschiedliche Aspekte gekennzeichnet sind. Im Bereich der Schafweide treten dagegen nur zwei Saisonentwicklungsphasen bzw. Aspekte auf: Frühlingsaspekt bis zum Beginn der Beweidung (*Ranunculus orioophylus*, *Potentilla crantzi*) und Sommeraspekt nach Abschluß der ersten frühsummerlichen Beweidung bis Beginn der zweiten Beweidung Mitte August.

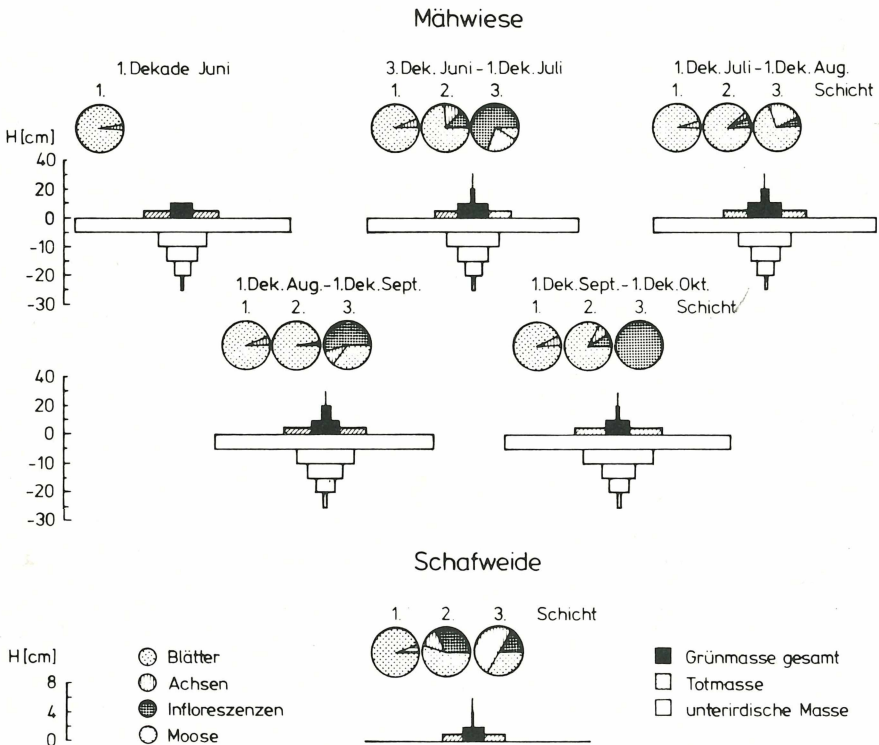


Abb. 2: Veränderung der Bestandesstruktur im Verlauf der Vegetationsperiode. Im Bereich der Mähwiese können nach NACHUZRIŠVILI (1974) 8 bis 10 verschiedene 'Saisonentwicklungsphasen', im Bereich der Schafweide dagegen nur 2 verschiedene 'Aspekte' unterschieden werden.

In Abb. 3 sind die Ergebnisse der Bestandesstrukturanalysen für den Zeitpunkt des Biomassemaximums detaillierter dargestellt (11. August 1979). Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Bestandeshöhe der Wiese 35-40 cm. Bei einer oberirdischen Phytomasse von 660 g/m^2 wurde eine Biomasse von 410 g/m^2 und tote Pflanzenmasse von 250 g/m^2 ermittelt. Das Verhältnis Biomasse/Phytomasse beträgt somit 0.62. Die Wiese weist einen Gesamtblattflächenindex (LAI) von 7.9 auf, wovon allein auf die Gräser ein LAI von 4.7 entfällt. Die oberirdische Phytomasse setzt sich zu 62% aus Gräsern und Seggen, zu 31% aus sonstigen, vorwiegend dikotylen, krautigen Pflanzen, zu 5% aus Infloreszenzen aller Phanerogamen und zu 2% aus Moosen zusammen. Im Hinblick auf den Futterwert für Weidetiere kann in Gräser (51%), Seggen (7%), Leguminosen (9%) und übrige Kräuter (30%) unterschieden werden.

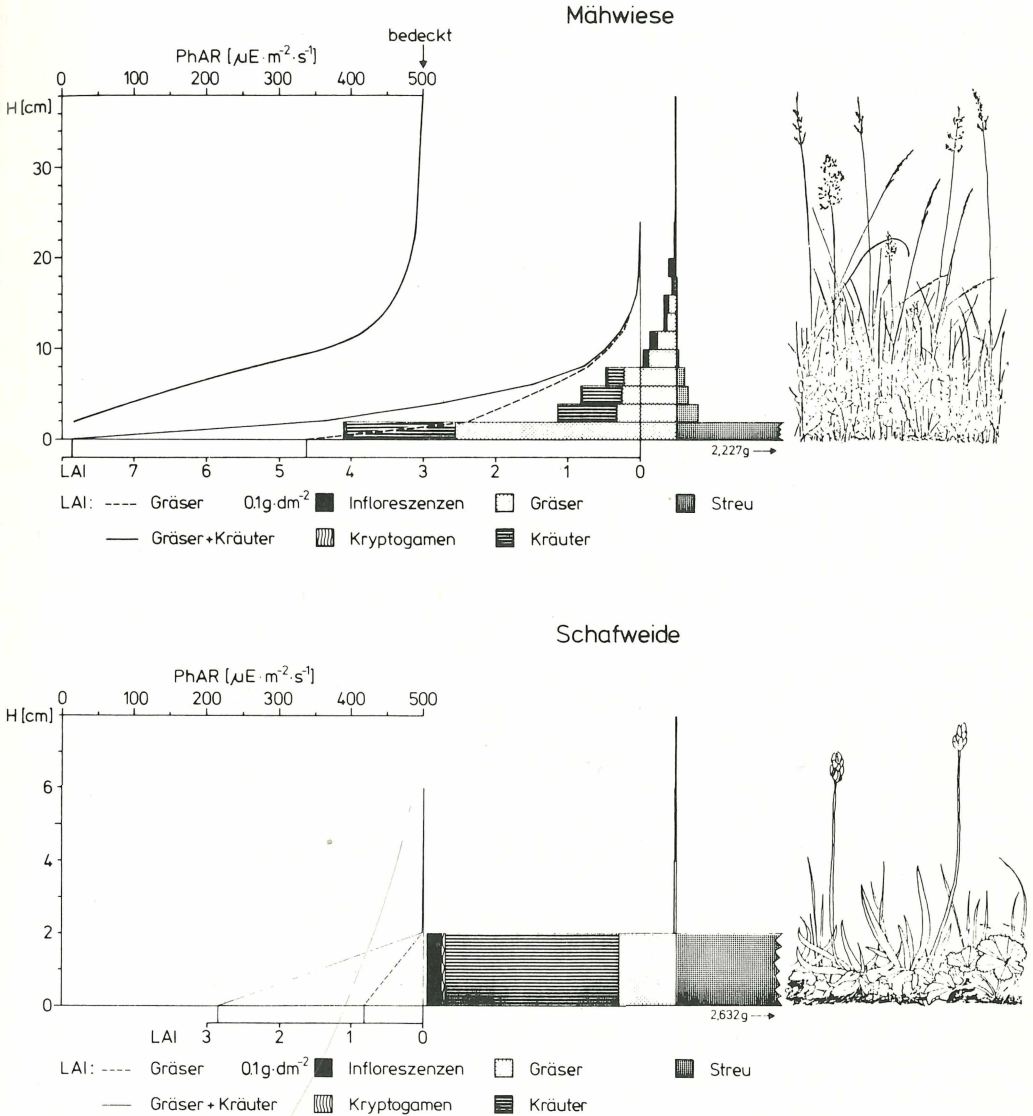


Abb. 3: Phytomassenschichtung, kumulativer Blattflächenindex (LAI) und Strahlungsextinktion.
 Nach links ist im Blockdiagramm die photosynthetisch aktive und nach rechts die nur atmende bzw. tote Phytomasse aufgetragen.

Auf der Schafweide beträgt die Bestandeshöhe nur 2 cm. Bei einer oberirdischen Phytomasse von 402 g/m² und einer Biomasse von 139 g/m² ergibt sich hier ein Verhältnis Biomasse/Phytomasse von 0.35 und ein Blattflächenindex (LAI) von 2.9 (Gräser: 0.8). Interessant ist auch, daß in der Mähwiese die Blätter deutlich größer als auf der Weidefläche sind. So entwickelt z.B. *Alchemilla retinervis* in der Wiese Blätter von durchschnittlich 3 cm² und auf der Weide von 1.3 cm² (KÖRNER 1980). Bei *Plantago caucasica* sind ähnliche Unterschiede festzustellen (3.5 cm² und 1.5 cm²). Im Gegensatz zur Mähwiese ist auf der Schafweide der Anteil der Gräser mit nur 18% der Phytomasse sehr gering, nahezu 80% der Phytomasse entfallen auf die drei Pflanzenarten *Trifolium ambiguum*, *Alchemilla retinervis* und *Plantago caucasica*. Die Gräser weisen auf der Weide eine rund 5 mal geringere Phytomasse als in der Wiese auf, wogegen die Phytomasse von *Plantago caucasica* auf der Weide ca. 5 mal größer ist als auf der Wiese. Bekanntlich gehören *Plantago* und *Alchemilla* zu jenen Pflanzen, die vom Vieh kaum gefressen werden.

Nach ODUM (1967) sollten in Graslandökosystemen die Fraßverluste durch Weidetiere höchstens 50% der Phytomasse betragen. Wie unsere Untersuchungen ergeben haben, ist die Phytomasse der Schafweide nur um ein Drittel gegenüber der Mähwiese reduziert. Artenzusammensetzung und niederwüchsiger Bestandaufbau der Schafweide - als Folge der seit Jahrhunderten gegebenen Beweidung - schützen somit den Bestand und verhindern wirkungsvoll eine durch übermäßige Fraßnutzung hervorgerufene Gefährdung der Vegetationsdecke.

Tab. 2: Aufteilung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PhAR) auf die einzelnen Bestandekomponenten und Extinktionskoeffizient k.

Bestand	einfallende Strahlung %	reflektierte Strahlung %	photosynthetisch aktive Teile %	photosynthetisch inaktive Teile %	Boden %	Extinktionskoeffizient k
Kasbegi						
Mähwiese	100	4.8	80.5	13.9	0.8	0.57
Schafweide	100	5.2	53.9	39.0	1.9	0.78
Hohe Tauern (Österreich)						
Mähwiese	100	14.0	82.3	2.8	0.9	0.54
Almweide	100	12.8	77.6	6.6	3.0	0.36

Die große Akkumulation der Phytomasse nahe der Bodenoberfläche ist also im Hinblick auf eine natürliche Regulation der Fraßnutzung und damit für die Stabilität des Ökosystems sehr wichtig. Nachteil dieses Bestandaufbaues ist aber eine relativ schlechte Strahlungsausnutzung (s. Tab. 2). Nur 50% der einfallenden photosynthetisch aktiven Strahlung (PhAR) werden von photosynthetisch aktiven Bestandesteilen absorbiert (Wiese 80%). Ursache für die schlechte PhAR-Ausnutzung ist, daß die Strahlungsabsorption auf der Weide in einer Schicht nahe der Bodenoberfläche erfolgt, die sehr reich an toter Pflanzensubstanz ist, wogegen in der Wiese die Strahlung in höheren Bestandesschichten absorbiert wird. Daß die Strahlungsverluste der Weide als Folge der großen Reduktion der Blattfläche nicht noch größer sind, ist letztlich der plagiophilen Blattstellung zu verdanken, die einen entsprechend größeren Extinktionskoeffizienten als in der Mähwiese mit vorwiegend erektophiler Blattstellung bewirkt.

4.2 Luft- und Bodentemperatur (Abb. 4)

Tautochronen der Luft- und Bodentemperatur spiegeln deutlich die Unterschiede in der Bestandesstruktur wider. In der Mähwiese findet der Energieumsatz im wesentlichen in der Bestandesschicht +5 cm statt, auf der Schafweide stellt dagegen die Bodenoberfläche die Energieumsatzfläche dar. Die Lufttemperatur beträgt in der 5 cm-Bestandesschicht im Tagesdurchschnitt aller 'Schönwettertage' (6.00 - 18.00 Uhr)

25.0 °C und in der 1 cm-Bestandesschicht der Schafweide 25.5 °C. Wichtig ist auch, daß der Mittelwert der Bodentemperatur in den obersten 5 cm des Bodens auf der Schafweide um ca. 2 °C höher als in der Mähwiese ist. Höhere Bodentemperaturen fördern den rascheren Abbau organischer Substanz. Neben der geringeren Phytomasse der Schafweide ist dies wahrscheinlich die Ursache dafür, daß nach Messungen von NACHUZRISVILI (1971) auf der Schafweide der Gehalt an organischer Substanz im Boden nur ca. halb so groß ist wie auf der Mähwiese. Ähnlich erhöhte Bodentemperaturen haben auch CERNUSCA et al. (1978) für eine durch Kühe beweidete Alm in den österreichischen Zentralalpen (Gasteinertal, Hohe Tauern) festgestellt. Nach Untersuchungen von SCHINNER et al. (1978a, b, c) bewirken die erhöhten Bodentemperaturen auf dieser Alm eine Steigerung der mikrobiellen Enzymaktivität im Boden.

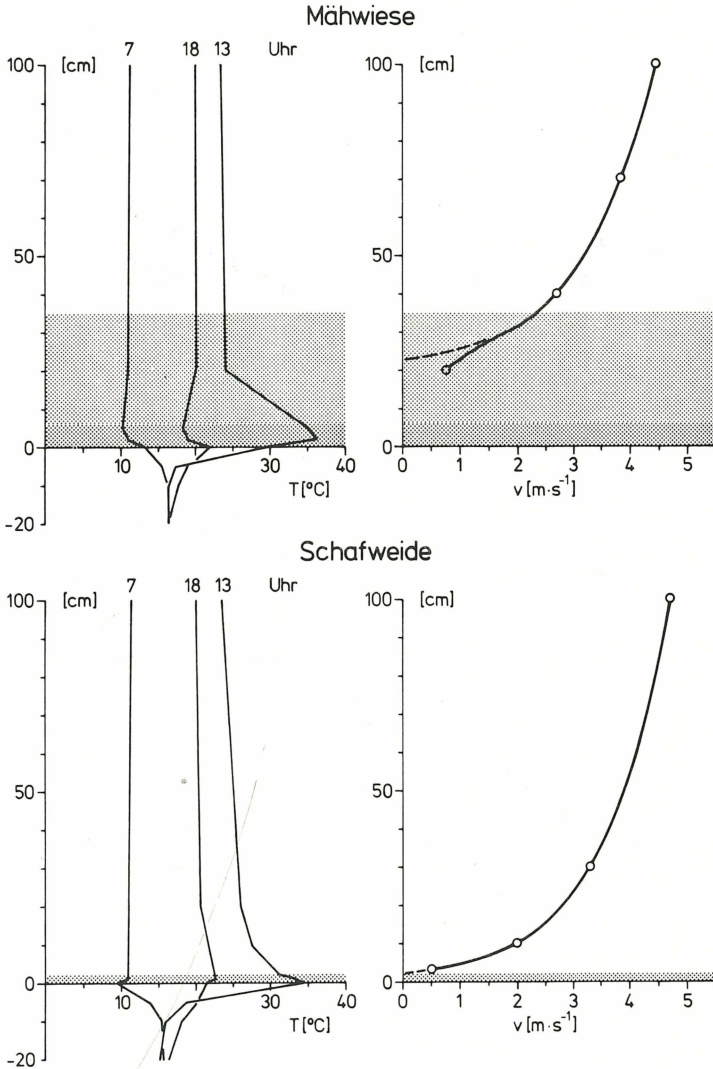


Abb. 4: Profile der mittleren Windgeschwindigkeit und Tautochronen der Luft- und Bodentemperatur an einem hochsommerlichen Schönwettertag mit Föhn (8. August 1979).

4.3 Globalstrahlung, Strahlungsbilanz und Wärmehaushalt (Abb. 5)

Für die Versuchsperiode ergibt sich als Mittelwert über alle Schönwetterstunden eine durchschnittliche Globalstrahlung von 520 W/m^2 . Davon werden auf der Mähwiese im Durchschnitt 21.1% und auf der Schafweide 23.5% reflektiert (Albedo). Diese Albedowerte entsprechen gut den Werten für vergleichbare Wiesen und Weiden (siehe Übersicht bei ROSS 1975). Die merklich höhere Albedo der Schafweide ist auf die im Vergleich zur Mähwiese nur halb so große Blattflächenentwicklung zurückzuführen.

In Form von Strahlungsbilanz (Q) werden auf der Mähwiese im Tagesdurchschnitt 305 W/m^2 und auf der Weide 293 W/m^2 an Strahlungsenergie absorbiert und dem Wärmehaushalt zugeführt. Es sind dies 59% (Wiese) bzw. 56% (Weide) der einfallenden Globalstrahlung. Die um rund 4% höhere Strahlungsbilanz der Wiese ist in erster Linie auf die geringere Albedo der Wiese zurückzuführen.

Auf der Mähwiese wird die Strahlungsbilanz im Durchschnitt (Mittelwert über alle Schönwetterstunden der Versuchsperiode) zu 87% für die Verdunstung von Wasser (Evapotranspiration V), zu 10% für die Erwärmung der Luft (Konvektion fühlbarer Wärme L) und zu 3% für die Erwärmung des Bodens (Bodenwärmestrom B) verwendet. Auf der Schafweide entfallen 77% der Strahlungsbilanz auf die Evapotranspiration, 14% auf die Konvektion fühlbarer Wärme und 9% auf den Bodenwärmestrom.

Der Bodenwärmestrom ist bei der Schafweide rund 3 mal so groß wie in der Mähwiese. Einen ähnlich erhöhten Bodenwärmestrom konnten auch CERNUSCA & SEEBER (1979) im Bereich einer Almweide in den Hohen Tauern (Zentralalpen, Österreich) feststellen. In diesem Zusammenhang ist auch interessant, daß nach Messungen von EILS (1972) auf einer Wiese im Solling (Deutschland) der Bodenwärmestrom nach der Mahd ebenfalls rund dreimal so groß war wie vor der Mahd.

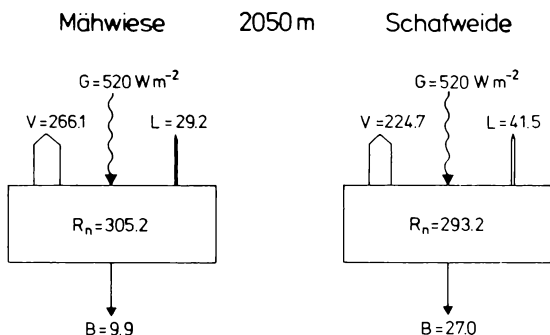


Abb. 5: Input-Output-Modelle des Energiehaushaltes der untersuchten Pflanzenbestände.

Mittelwertbildung über alle 'Schönwetterstunden' der Untersuchungsperiode.

Die untersuchten Pflanzenbestände weisen mit 0.11 (Mähwiese) bzw. 0.19 (Schafweide) das niedrigste Bowen-Verhältnis (L/V) auf, das bisher für vergleichbare alpine Ökosysteme festgestellt werden konnte. Das außergewöhnlich niedrige Bowen-Verhältnis ist außer auf die niedrige relative Luftfeuchtigkeit (Föhnwetterlage mit einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 30 und 50%) vor allem auf die gute Wasserversorgung der untersuchten Bestände zurückzuführen, die eine entsprechend große Evapotranspiration ermöglicht.

Besonders hervorzuheben ist aber, daß trotz der großen Bestandesstrukturunterschiede zwischen Mähwiese und Schafweide nur geringe Unterschiede in der Evapotranspiration der beiden Bestände bestehen. So weist die Schafweide bei nur halb so großer Biomasse und Blattflächenentwicklung eine im Vergleich zur Mähwiese nur um 18% niedrigere Evapotranspiration auf. Dies ist nur möglich, weil die Pflanzen der Weide nahezu doppelt so viel Wasser pro Blattflächeneinheit wie die der Wiese verdunsten. Diese gesteigerte Transpirationsrate wird dabei nicht durch erhöhte Gradienten der Luftfeuchtigkeit, sondern durch niedrigere stomatare Diffusionswiderstände (höhere Leitfähigkeit der Blätter für Wasserdampf) der Pflanzen auf der Schafweide hervorgerufen (KÖRNER 1980). Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, daß die Pflanzen der Schafweide auch höhere Photosyntheseraten aufweisen (NACHUZRISVILI et al. 1980). Es zeigt sich somit, daß die Verminderung der Biomasse und Blattflächenentwicklung auf der untersuchten

Schafweide zu einer Intensivierung der Austauschprozesse zwischen Pflanze und Atmosphäre führt, wodurch der Ausfall an photosynthetisch aktiven Bestandteilen weitgehend ausgeglichen wird.

Zusammenfassend können die große Akkumulation der Phytomasse nahe der Bodenoberfläche, die vorwiegend plagiophile Blattstellung und die dadurch hervorgerufene Erhöhung des Extinktionskoeffizienten sowie die erhöhten Blattleitwerte als ökologische Anpassungen der Vegetationsdecke der untersuchten Schafweide an den langjährigen Beweidungsdruck angesehen werden, die bei stark reduzierter Phytomasse und Blattfläche eine ausgeglichene Stoff- und Energiebilanz ermöglichen.

5. Ausblick

Die an verschiedenen 'ökologisch intakten' Weideflächen in Kasbegi seit 1979 gewonnenen Ergebnisse sind nicht ohne weiteres auf die Alpen übertragbar. Sie sind sicher ganz wesentlich mitbestimmt von einer geordneten Weidepraxis in diesem Gebiet, durch die eine gleichmäßige Beweidung der weitläufigen Weideflächen in den Hochlagen des Zentralkaukasus gewährleistet wird. Die Ergebnisse zeigen aber, daß es bei Berücksichtigung der besonderen ökologischen Gegebenheiten möglich ist, das Hochgebirge durch Schafbeweidung zu nutzen, ohne daß negative Folgen entstehen.

In den nächsten drei Jahren soll nun im zweiten Teil des Forschungsprojektes vor allem das Problem der Überbeweidung und der Schäden durch Viehtritt durch Ökosystemstudien an den steilen Talflanken im Zentralkaukasus eingehender analysiert werden. Neben diesen Untersuchungen im Kaukasus sind für die nächsten Jahre auch entsprechende Messungen auf Urweiden in den Zentralalpen geplant, wofür sich in erster Linie die bisher im Rahmen des österreichischen MAB-Hochgebirgsprogrammes 'Hohe Tauern' sehr intensiv untersuchte alpine Grasheide im Bereich der Großglockner-Hochalpenstraße für Beweidungsexperimente anbietet (vgl. CERNUSCA 1977).

Die Arbeiten erhielten eine besondere Förderung durch das österreichische Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung: Kooperationsprojekt Österreich/UdSSR: 'Auswirkungen intensiver Schafbeweidung auf Gebirgsökosysteme'.

Literatur

- CERNUSCA A., 1977: Alpine Grasheide Hohe Tauern: Ergebnisse der Ökosystemstudie 1976. Veröff. Öst. MAB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern. Innsbruck (Wagner) 1: 175 S.
- CERNUSCA A., SEEBER M., MAYR R., HORVATH A., 1978: Bestandesstruktur, Mikroklima und Energiehaushalt von bewirtschafteten und aufgelassenen Almflächen in Badgastein. In: (Ed. CERNUSCA A.) Veröff. Öst. MAB-Progr., Innsbruck (Wagner) 2: 47-66.
- CERNUSCA A., SEEBER M., 1980: Canopy structure, microclimate and the energy budget in different alpine plant communities. In: (Ed. GRACE J., FORD E.D., JARVIS P.G.) Plants and their atmospheric environment. Oxford (Blackwell): 75-81.
- ELLS W., 1972: Der Wärmehaushalt einer Wiese in Abhängigkeit von unterschiedlicher Bewuchshöhe. Ber. Inst. Met. Techn. Hochschule Hannover 7.
- KÖRNER C., 1980: Zur anthropogenen Belastbarkeit der alpinen Vegetation. Verh. Ges. Ökologie 8: 451-461.
- MONSI M., SAEKI T., 1953: Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. Jap. J. Bot. 14: 22-52.
- NACHUZRIŠVILI G.S., 1971: (Über die Ökologie der Krautpflanzen und Pflanzengesellschaften der Hochgebirgszone des Zentralgebietes des Großen Kaukasus - Wasserhaushalt) - russisch - . Tbilissi (Mezniereba).
- NACHUZRIŠVILI G.S., 1974: (Über die Ökologie der Pflanzen und Pflanzengesellschaften der Hochgebirgszone des Zentralgebietes des Großen Kaukasus) - russisch - . Tbilissi (Mezniereba).
- NACHUZRIŠVILI G., TSCHECHIKWADSE A., CHEZURIANI L., 1980: Produktivität der Grasgesellschaften im Hochgebirge des Zentralkaukasus) - russisch - . Tbilissi (Mezniereba).
- ODUM E.P., 1967: Ökologie. München/Basel/Wien (BLV).
- ROSS J., 1975: Radiative transfer in plant communities. In: (Ed. MONTEITH J.L.) Vegetation and the atmosphere. London/New York/San Francisco (Academic Press) 1: 13-56.

SCHINNER F., GURSCHLER A., 1978a: Saccharase- und Dehydrogenaseaktivitätsmessungen in verschiedenen Böden der oberen subalpinen Stufe. In: (Ed. CERNUSCA A.) Veröff. Öst. MAB-Progr. Innsbruck (Wagner) 2: 275-288.

SCHINNER F., HOFMANN J., 1978b: Zellulase-, Xylanase- und Pektinaseaktivitätsmessungen in verschiedenen Böden der oberen subalpinen Stufe. In: (Ed. CERNUSCA A.) Veröff. Öst. MAB-Progr. Innsbruck (Wagner) 2: 289-298.

SCHINNER F., PFITSCHER A., 1978c: Urease-, Katalaseaktivität und CO₂-Freisetzung in verschiedenen Böden der oberen subalpinen Stufe. In: (Ed. CERNUSCA A.) Veröff. Öst. MAB-Progr. Innsbruck (Wagner) 2: 259-273.

Adressen

Univ.-Prof. Dr. Alexander Cernusca
Institut für Botanik Universität
Sternwartestr. 15

A-6020 Innsbruck

Prof. Dr. Gia Nachuzrišvili
Institut Botaniki
AN GSSR

Tbilissi
UdSSR

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Cernusca Alexander, Nachuzrivili Gia S.

Artikel/Article: [Untersuchung der ökologischen Auswirkungen intensiver Schafbeweidung im Zentral-Kaukasus 183-192](#)